

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРЬКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Д.М. Рославцев

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи
з дисципліни **«Основи наукових досліджень»**

(для студентів заочної форми навчання напрямку підготовки
1004 (6.070101)- «Транспортні технології»)

ХАРКІВ – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» (для студентів заочної форми навчання напрямку підготовки 1004 (6.070101) – «Транспортні технології»). / Укл.: Рославцев Д.М. – Х.: ХНАМГ, 2009. – с. 44

Укладач: Д.М. Рославцев

Рецензент: О.М. Горяїнов

Рекомендовано кафедрою транспортних систем і логістики,
протокол №1 від 28.08.08 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Завдання 1. Відсіювання чинників за наслідками попереднього експерименту.....	4
Завдання 2. Побудова емпіричних рядів регресії.....	8
Завдання 3. Рівняння і коефіцієнти регресії.....	11
Завдання 4. Кореляційне відношення.....	15
Завдання 5. Перевірка відтворюваності дослідів.....	19
Рекомендована література.....	22
ДОДАТОК А.....	23
ДОДАТОК Б.....	28
ДОДАТОК В.....	30
ДОДАТОК Г.....	38
ДОДАТОК Д.....	41

Завдання 1.

ВІДСІЮВАННЯ ЧИННИКІВ ЗА НАСЛІДКАМИ ПОПЕРЕДНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Мета завдання – придбання навиків відсіювання незначущих чинників за наслідками попереднього (пошукового) експерименту.

Завдання.

1. Оцінити тісноту зв'язку між факторами X_1 , X_2 , X_3 при умові, що відомі їх значення, що отримані в попередньому експерименті.
2. Вирішити, який з факторів може бути виключений з подальшого фізичного експерименту.

Вихідні дані.

Варіанти вихідних даних подані в додатку А.

Короткі теоретичні відомості

Кореляція – величина, що характеризує взаємну залежність двох випадкових величин, не припускає причинної залежності. Рангова кореляція — міра залежності між випадковими величинами, коли цю залежність неможливо визначити кількісно за допомогою звичайного коефіцієнта кореляції. Процедура встановлення коефіцієнта рангової кореляції (коефіцієнта Спірмена) полягає в упорядкуванні досліджуваних об'єктів відносно деякої ознаки, тобто їм приписуються порядкові номери — ранги. Значення коефіцієнта рангової кореляції змінюється в інтервалі від «-1» до «+1». Значення, рівне «0», відповідає відсутності зв'язку між змінними. Значення, рівне «+1», свідчить про повний прямий зв'язок, значення, рівне «-1», - про повний зворотний зв'язок.

Для того щоб задовольнитися у значущості коефіцієнта рангової кореляції, інакше кажучи, одержати впевненість у вірогідності виявленої між порівнюваними рядами зв'язку, необхідно зробити ще деякі обчислення. Із цією метою прийнято користуватися t-критерієм Стюдента, що дозволяє оцінити рівень значущості отриманої кореляції. Критерій Стюдента був розроблений англійським хіміком У. Госсетом, коли він працював на пивоварному заводі Гіннеса й за умовами контракту не мав права відкритої публікації своїх досліджень. Тому публікації своїх статей по t-критерію У.Госсет зробив в 1908р. у журналі "Биометрика" під псевдонімом "Student".

Порядок виконання завдання

1. Обрати вихідні дані для проведення розрахунків.
2. Провести ранжирування чинників і визначення коефіцієнтів кореляції, їх помилок і значущості.
3. Зробити висновок про можливість виключення з подальшого фізичного експерименту незначущих чинників.
4. Скласти список чинників для подальшого дослідження.

Методичні рекомендації до виконання роботи

1. Обрати вихідні дані згідно з варіантом з додатку А й подати у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Числові значення факторів (вихідні дані за варіантом)

X1	50	17	15	40	30	15	25	17	15
X2	115	90	83	106	100	134	110	77	80
X3	55	15	15	45	15	45	35	35	30

2. Розглянути перші два чинники X1 і X2. Значення першого чинника розташувати в зростаючому порядку і кожному значенню присвоїти порядковий номер.

Таблиця 1.2 – Розподіл чинника X1

Порядковий номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення чинника X1	15	15	15	17	17	25	30	40	50

Аналогічно розташувати значення другого чинника X2.

Таблиця 1.3 – Розподіл чинника X2

Порядковий номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення чинника X2	77	80	83	90	100	106	110	115	134

2. Розрахувати ранги кожного значення чинників X1 і X2. У разі значень чинників, що повторюються, в ряду їм присвоюють дробові ранги - середнє арифметичне з порядкових номерів значень чинників, розміщених у зростаючому порядку.

Таблиця 1.4 – Ранжирування чинників X1 і X2

Чинники і ранги	Порядкові номери								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення чинника X1	15	15	15	17	17	25	30	40	50
Ранги чинника X1	2	2	2	4,5	4,5	6	7	8	9
Значення чинника X2	115	90	83	106	100	134	110	77	80
Ранги чинника X2	8	4	3	6	5	9	7	1	2

3. Визначити різницю між рангами, квадрати різниць і суму квадратів різниць.

Таблиця 1.5 – Результати обробки ранжирування чинників

Ранги значень X1	2	2	2	4,5	4,5	6	7	8	9
Ранги значень X2	8	4	3	6	5	9	7	1	2
Різниця рангів, d	-6	-2	-1	-1,5	-0,5	-3	0	7	7
Квадрат різниці рангів, d^2	36	4	1	2,25	0,25	9	0	49	49
Сума квадратів різниці рангів, $\sum d^2$	150,5								

4. Обчислити коефіцієнт рангової кореляції за формулою Ч. Спірмена.

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (1.1)$$

де n – число значень чинників в ряді. Для даного прикладу $n = 9$.

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 150,5}{9(9^2 - 1)} = -0,254.$$

5. Провести оцінку сили зв'язку між чинниками:

При $\rho < 0,1$ - немає зв'язку;

при $0,1 < \rho < 0,7$ - середній зв'язок;

при $0,7 < \rho < 1,0$ - сильний зв'язок.

У даному випадку зв'язку немає.

6. Обчислити середньоквадратичну помилку коефіцієнта рангової кореляції.

$$m_\rho = \frac{1 - \rho^2}{\sqrt{n - 1}}. \quad (1.2)$$

7. Перевірити значущість коефіцієнта рангової кореляції за t -м критерієм:

$$t_\rho = \frac{\rho}{m_\rho}. \quad (1.3)$$

8. За табл. 2.1 вибрати табличне значення t -критерію для рівня значущості $P = 0,05$ (5-відсотковий рівень).

9. Фактичне значення t -критерію порівняти з табличним (табл. 1.6), $t_m = 2,262$ ($t = 0,485(t_c = 2,262)$), що свідчить про низьку значущість одержаного коефіцієнта рангової кореляції.

Низька значущість коефіцієнта рангової кореляції свідчить про те, що з двох чинників жодного не можна виключити з експерименту, бо вони мають додаткову інформацію про об'єкт по відношенню до другого.

Висока значущість коефіцієнта рангової кореляції свідчить про те, що будь-який з двох чинників, що аналізуються, можна виключити з експерименту, бо жодний з них не має ніякої додаткової інформації про об'єкт по відношенню до другого.

У даному випадку формули (1.2) і (1.3) не розраховують, тому що між чинниками, що розглядаються, немає зв'язку. В зв'язку з цим з експерименту ми можемо виключити будь-який з чинників.

Припустимо, що в нашому варіанті з фізичного експерименту виключається другий чинник X_2 .

Таблиця 1.6 – Значення t -критерію Стюдента при 5- відсотковому рівні значущості

n	t	n	t	n	t
1	12,71	11	2,201	21	2,080
2	4,303	12	2,179	22	2,074
3	3,182	13	2,160	23	2,069
4	2,776	14	2,145	24	2,064
5	2,571	15	2,131	25	2,060
6	2,447	16	2,120	26	2,056
7	2,365	17	2,110	27	2,052
8	2,306	18	2,101	28	2,048
9	2,262	19	2,093	29	2,045
10	2,228	20	2,086	30	2,042

10. Розглянути тісноту зв'язку першого чинника X_1 з третім чинником X_3 . Порядок виконання розрахунків аналогічний.

11. Зробити висновок про можливість виключення з фізичного експерименту одного з чинників X_1 або X_2 .

12. Зробити висновки по роботі.

Завдання 2. ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ РЯДІВ РЕГРЕСІЇ

Мета –засвоїти методику побудови емпіричних рядів регресії.

Вихідні дані.

Результати експериментальних досліджень впливу дальності поїздки на оптимальну довжину перегону. Варіанти вихідних даних подані в додатку Б.

Порядок виконання завдання

1. Визначити мінімальне і максимальне значення X і Y .
2. Визначити кількість класів.
3. Розрахувати класовий інтервал.
4. Розрахувати кількість попадань значень у класи.
5. Розрахувати часткові середньоарифметичні значення рядів.
6. Побудувати графік емпіричної регресії.

Методичні рекомендації до виконання роботи

1. Отримати вихідні дані згідно з варіантом подати у таблиці 2.1. Згідно вихідних даних: x - шлях, м; y - інтервал між автомобілями, с.

Таблиця 2.1 - Результати експерименту

x	y	x	y
31	13,5	15	11,5
8,5	9,5	14	10
19	10,5	6	10,2
8,5	12	13	10,6
7	9	11	11
15,5	9	25,5	12,2
21	11,5	24	12,5
19,5	15	23	10
33,8	15,5	6,5	8
7	11	5,5	11,5
9,5	10	36	16,2
23	11		

2. Вибрати максимальне і мінімальне значення змінних x і y :

$$\begin{array}{ll} x_{\min} = 5,5 & x_{\max} = 36 \\ y_{\min} = 8 & y_{\max} = 16,2. \end{array}$$

3. Відповідно до табл. 2.2 вибрати число класів.

Таблиця 2.2 - Визначення числа класів:

Об'сяг вибірки	Число класів
6 - 11	4
12 - 22	5
23 - 46	6
47 - 93	7
94 - 187	8

Оскільки з нашого випадку $n = 23$, то число класів $k = 6$.

12. Визначити класові інтервали:

$$i_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{36 - 5,5}{6} = 5,08 ; \quad (2.1)$$

$$i_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{k} = \frac{16,2 - 8}{6} = 1,37 . \quad (2.2)$$

5. Визначити класи для кожної змінної, результати занести в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Визначення класів

№ класу	1	2	3	4	5	6
X	5,5-10,58	10,58-15,66	15,66-20,74	20,74-25,82	25,82-30,9	30,9-36
Y	8-9,37	9,37-10,74	10,74-12,11	12,11-13,48	13,48-14,85	14,85-16,2

6. Викреслити кореляційну решітку і рознести частоти по клітинках, відповідних певним класам варіаційних рядів. Кореляційна решітка є таблицею, в якій розташовуються два варіаційні ряди x і y (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Кореляційна решітка

x		5,5-10,58	10,58-15,66	15,66-20,74	20,74-25,82	25,82-30,9	30,9-36	$\sum P_y$	Середнє значення \bar{x}
y	Середнє значення класу	8,04	13,12	18,2	23,28	28,36	33,44		
8-9,37	8,69	1+1	1					3	9,73
9,37-10,74	10,06	1+1+1	1+1	1				6	11,43
10,74-12,11	11,43	1+1+1	1		1+1+1			7	8,65
12,11-13,48	12,8				1	1		2	25,82
13,48-14,85	14,2						1	1	33,45
14,85-16,2	15,53		1	1			1+1	4	24,56
$\sum P_x$		8	5	2	4	1	3	23	-
Середнє значення \bar{y}		10,23	11,15	12,8	11,77	12,8	15,09	-	-

7. Закінчивши розноску частот і підсумувавши їх по рядках і стовпцях кореляційної таблиці, необхідно визначити часткові середньоарифметичні цих рядів.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_p}{\sum p}, \quad (2.3)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_p}{\sum p}, \quad (2.4)$$

Так, середнє значення $\bar{x} = 9,73$ набуто шляхом розрахунку:

$$\bar{x} = \frac{8,04 \cdot 3 + 13,12 \cdot 1}{3} = 9,73.$$

Таким же способом набуто середнє значення $\bar{y} = 10,23$:

$$\bar{y} = \frac{8,69 \cdot 2 + 10,06 \cdot 3 + 11,43 \cdot 3}{8} = 10,23.$$

8. Побудувати графік емпіричної регресії.

Ламаний характер емпіричних рядів регресії пояснюється тим, що вони виражають не тільки те стійке, що лежить в основі явища, але й елементи випадкового порядку. Вирівнювання емпіричних рядів регресії, їх усереднювання можна провести за допомогою способу найменших квадратів.

9. Зробити висновки по роботі.

Завдання 3. РІВНЯННЯ І КОЕФІЦІЄНТИ РЕГРЕСІЇ

Мета – ознайомитися з методикою визначення рівнянь і коефіцієнтів регресії.

Вихідні дані.

Результати експериментальних досліджень величини гальмівного шляху від часу гальмування. Варіанти вихідних даних подані в додатку В.

Порядок виконання завдання

1. Побудувати емпіричні ряди регресії
2. Визначити рівняння і їх коефіцієнти
3. Обчислити коефіцієнти парної кореляції для результатів досліджень .

Методичні рекомендації до виконання роботи

1. Отримати вихідні дані згідно з варіантом. Подати у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Вплив часу гальмування x на величину гальмівного шляху y .

x	31	8,5	19	8,5	7	15,5	21	19,5	33,8	7	9,5	23
y	13,5	9,5	10,5	12	9	9	11,5	15	15,5	11	10	11
x	15	14	6	13	11	25,5	24	23	6,5	5,5	36	
y	11,5	10	10,2	10,6	11	12,2	12,2	10	8	11,5	16,2	

2. Визначити суму значень чинника x і суму значень чинника y :

$$x = 382,8;$$

$$y = 260,9.$$

3. Обчислити середні значення рядів x і y :

$$\bar{x} = \frac{382,8}{23} = 16,64 ;$$

$$\bar{y} = \frac{260,9}{23} = 11,34 .$$

4. Знайти різницю між значеннями чинника x і y і середніми величинами значень цих чинників.

$$A_x = (x - \bar{x}) ; \tag{3.1}$$

$$A_y = (y - \bar{y}); \quad (3.2)$$

$$A_{x1} = 31 - 16,64 = 14,36;$$

$$A_{y1} = 13,5 - 11,34 = 2,16.$$

Аналогічно розраховується для інших значень x і y . Результати розрахунків звести до табл. 3.2.

Таблиця 3.2

x	y	A_x	A_y	$A_x \cdot A_y$	A_x^2	A_y^2
31	13,5	14,36	2,16	31,0176	206,2096	4,6656
8,5	9,5	-8,14	-1,84	14,9776	66,2596	3,3856
19	10,5	2,36	-0,84	-1,9824	5,5696	0,7056
8,5	12	-8,14	0,66	-5,3724	66,2596	0,4356
7	9	-9,64	-2,34	22,5576	92,9296	5,4756
15,5	9	-1,14	-2,34	2,6676	1,2996	5,4756
21	11,5	4,36	0,16	0,6976	19,0096	0,0256
19,5	15	2,86	3,66	10,4676	8,1796	13,3956
33,8	15,5	17,16	4,16	71,3856	294,4656	17,3056
7	11	-9,64	-0,34	3,2776	92,9296	0,1156
9,5	10	-7,14	-1,34	9,5676	50,9796	1,7956
23	11	6,36	-0,34	-2,1624	40,4496	0,1156
15	11,5	-1,64	0,16	-0,2624	2,6896	0,0256
14	10	-2,64	-1,34	3,5376	6,9696	1,7956
6	10,2	-10,64	-1,14	12,1296	113,2096	1,2996
13	10,6	-3,64	-0,74	2,6936	13,2496	0,5476
11	11	-5,64	-0,34	1,9176	31,8096	0,1156
25,5	12,2	8,86	0,86	7,6196	78,4996	0,7396
24	12,2	7,36	0,86	6,3296	54,1696	0,7396
23	10	6,36	-1,34	-8,5224	40,4496	1,7956
6,5	8	-10,14	-3,34	33,8676	102,8196	11,1556
5,5	11,5	-11,14	0,16	-1,7824	124,0996	0,0256
36	16,2	19,36	4,86	94,0896	374,8096	23,6196
382,8	260,9			308,7168	1887,3168	94,7568

5. Обчислити множення $A_x \cdot A_y$ і A_x^2 , A_y^2 . Результати обчислень занести відповідно до табл. 3.2.

9. Знайти коефіцієнт регресії y по x , і x по y за формулою

$$R_{y/x} = \frac{\sum A_x \cdot A_y}{\sum A_x^2} = \frac{308,7168}{1887,3168} = 0,164, \quad (3.3)$$

$$R_{x/y} = \frac{\sum A_x \cdot A_y}{\sum A_y^2} = \frac{308,7168}{94,7568} = 3,258. \quad (3.4)$$

10. Обчислити середню квадратичну помилку коефіцієнта регресії за наступними формулами.

$$m_{Ry/x} = \frac{\sum A_y^2 - \frac{(\sum A_x \cdot A_y)^2}{\sum A_x^2}}{(n-2)\sum A_x^2}, \quad (3.3)$$

$$m_{Rx/y} = \frac{\sum A_x^2 - \frac{(\sum A_x \cdot A_y)^2}{\sum A_y^2}}{(n-2)\sum A_y^2}. \quad (3.6)$$

У даному випадку:

$$m_{Ry/x} = \frac{94,7568 - \frac{308,7168^2}{1887,3168}}{(24-2)1887,3168} = 0,02224;$$

$$m_{Rx/y} = \frac{1887,3168 - \frac{308,7168^2}{94,7568}}{(24-2)94,7568} = 0,442999.$$

11. Встановити значення критерію вірогідності коефіцієнтів регресії:

$$t_{y/x} = \frac{R_{y/x}}{m_{Ry/x}} = \frac{0,164}{0,02224} = 7,37; \quad (3.7)$$

$$t_{x/y} = \frac{R_{x/y}}{m_{Rx/y}} = \frac{3,258}{0,442999} = 7,35. \quad (3.8)$$

Припустимо значення t -критерію Стюдента при $(n-2) = 22$ і рівні значущості $P = 0,05$ складе 2,074, тобто воно менше спостережуваних в досліді, отже, в даному випадку коефіцієнти регресії достовірні (див. табл. 1.6).

12. Знайти емпіричне рівняння лінії регресії по x :

$$y' = \bar{y} + R_{y/x}(x - \bar{x}), \quad (3.9)$$

$$y' = 11,34 + 0,164(x - 16,64) = 0,163574x + 8,62.$$

13. Аналогічно визначити рівняння регресії x :

$$x' = \bar{x} + R_{x/y}(y - \bar{y}), \quad (3.10)$$

$$x' = 16,64 + 3,258(y - 11,34) = 3,26y - 20,3284.$$

14. Підставляючи в рівняння регресії $y' = 0,163574x + 8,62$ замість x його вихідні значення, обчислити теоретичні середні значення y' . Результати розрахунків подати у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Теоретичні середні значення y'

x	31	8,5	19	7	15,5	21	33,8	23	6	36
y'	13,69	10,01	11,73	9,77	11,16	12,06	14,15	12,38	9,6	14,51

15. Побудувати лінію регресії по x (рис. 3.1).

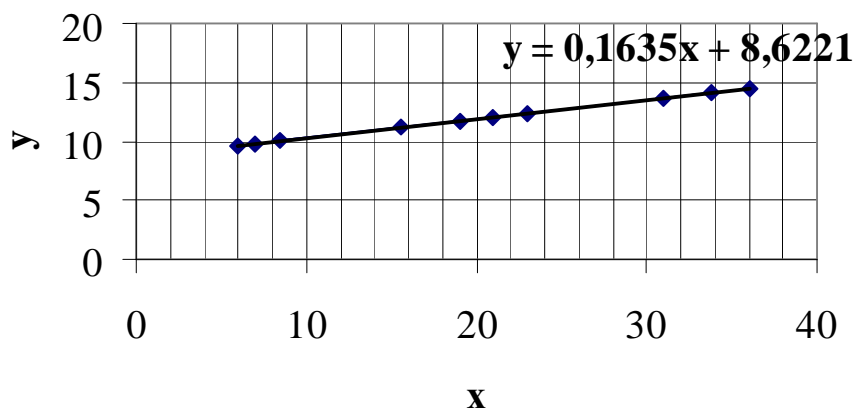


Рис. 3.1 – Лінія регресії

16. Зробити висновки по роботі.

Завдання 4

КОРЕЛЯЦІЙНЕ ВІДНОШЕННЯ

Мета - засвоїти методику обчислення кореляційного відношення без розбиття варіанта на класи для нелінійних кореляційних зв'язків.

Вихідні дані.

Результати експериментальних досліджень двох чинників x і y . Варіанти вихідних даних подані в додатку Г.

Порядок виконання завдання

1. Провести ранжирування вихідних даних.
2. Розрахувати кореляційне відношення.
3. Розрахувати квадратичну помилку кореляційного відношення.
4. Розрахувати критерій вірогідності.
5. Побудувати лінію регресії y по x .

Методичні рекомендації до виконання роботи

1. Отримати вихідні дані згідно з варіантом. Подати у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Результати експериментальних досліджень

x	y	x	y
5,7	40	5,8	32,5
6,9	32	6,7	39,5
6,7	39	6	38
7	31	5,5	35,5
5,9	33,5	6,9	36
6	33	6,3	35
5,6	40	6,4	41
6,2	35		

2. Провести ранжирування вихідних даних таблиці 4.1 по x . Результати ранжирування навести в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Ранжирування даних

x	y	\bar{y}_0	$y - \bar{y}_0$	$(y - \bar{y}_0)^2$	$y - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$
5,5	35,5	35,5	0	0	-0,57	0,3249
5,6	40	40	0	0	3,93	15,4449
5,7	40	40	0	0	3,93	15,4449
5,8	32,5	32,5	0	0	-3,57	12,7449
5,9	33,5	33,5	0	0	-2,57	6,6049
6	33	35,5	-2,5	6,25	-3,07	9,4249
6	38	35,5	2,5	6,25	1,93	3,7249
6,2	35	35	0	0	-1,07	1,1449
6,3	35	35	0	0	-1,07	1,1449
6,4	41	41	0	0	4,93	24,3049
6,7	39	39,25	-0,25	0,0625	2,93	8,5849
6,7	39,5	39,25	-0,25	0,0625	3,43	11,7649
6,9	36	34	2	4	-0,07	0,0049
6,9	32	34	-2	4	-4,07	16,5649
7	31	31	0	0	-5,07	25,7049
				$\Sigma=20,625$		$\Sigma=152,9335$

3. Розділити дані ранжируваного ряду x на групи з однаковими значеннями змінної i для цих груп знайти значення середніх \bar{y}_0 по ряду y :

$$\bar{y}_0(1) = \frac{33 + 38}{2} = 35,5;$$

$$\bar{y}_0(2) = \frac{39 + 39,5}{2} = 39,25;$$

$$\bar{y}_0(3) = \frac{36 + 32}{2} = 34.$$

Результати розрахунків подати в табл. 4.2.

4. Обчислити кореляційне відношення прямим способом за формулами:

$$\eta_{x/y} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 - \sum (x - \bar{x}_0)^2}{\sum (x - \bar{x})^2}}; \quad (4.1)$$

$$\eta_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2 - \sum (y - \bar{y}_0)^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}. \quad (4.2)$$

5. Середнє значення у розраховують за наступною формулою:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} = 36,07 ,$$

де n – кількість чинників.

$$\eta_{y/x} = \sqrt{\frac{152,9335 - 20,625}{152,9335}} = 0,93 .$$

6. Визначити квадратичну помилку кореляційного відношення за формулою

$$m_{\eta} = \sqrt{\frac{1 - \eta^2}{n - 2}} ; \quad (4.3)$$

$$m_1 = \sqrt{\frac{1 - 0,93^2}{15 - 2}} = 0,102 .$$

7. Обчислити критерій достовірності кореляційного відношення за формулою

$$t_1 = \frac{\eta}{m_{\eta}} = \frac{0,93}{0,102} = 9,12 .$$

Порівняти розрахункове значення з табличним значенням t -критерію Стюдента за табл. 1.6. В даному випадку критерій достовірності досить високий (розрахункове значення більше табличного).

8. Таким же чином визначити кореляційне відношення x по y (повторити пункти 1-7), помилка і критерій достовірності:

$$\eta_{x/y} = \sqrt{\frac{3,9856 - 0,01}{3,9856}} = 0,999 ;$$

$$m_2 = \sqrt{\frac{1 - 0,999^2}{15 - 2}} = 0,012 ;$$

$$t_1 = \frac{0,999}{0,012} = 83,25 .$$

В обох випадках вийшли високі й цілком достовірні показники зв'язку.

1. Записати кореляційне відношення у вигляді (враховуючи квадратичну помилку):

$$\eta_{y/x} = 0,93 \pm 0,102 ;$$

$$\eta_{x/y} = 0,999 \pm 0,012 .$$

2. Визначити коефіцієнт криволінійної кореляції, тобто сумарний показник зв'язку за формулою

$$r_{\eta} = \sqrt{\eta_{x/y} \cdot \eta_{y/x}} ; \quad (4.4)$$

$$r_{\eta} = \sqrt{0,93 \cdot 0,999} = 0,963 .$$

3. Побудувати лінію регресії у по х (рис. 4.1).

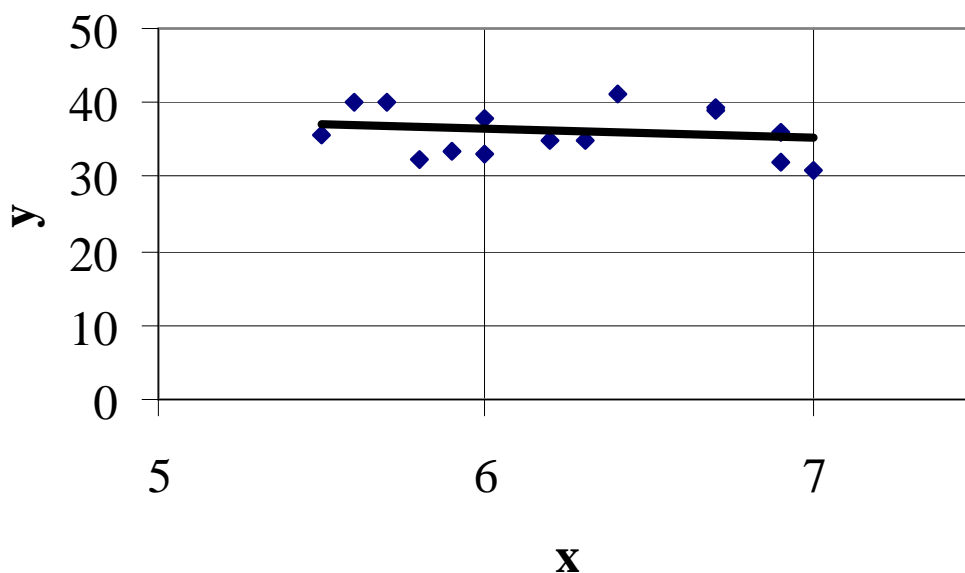


Рис. 4.1 – Кореляційне поле

16. Зробити висновки по роботі.

Завдання 5

ПЕРЕВІРКА ВІДТВОРЮВАНOSTI ДОСЛІДІВ

Мета - ознайомитися з методикою перевірки відтворюваності дослідів.

Вихідні дані.

Результати експериментальних досліджень випробування на міцність при стисненні цементобетонних зразків. Варіанти вихідних даних подані в додатку Д.

Порядок виконання завдання

1. Обчислити середнє арифметичне значення реакції системи.
2. Обчислити оцінку дисперсії для кожної серії паралельних дослідів.
3. Визначити розрахункове значення критерію Кохрена.
4. Оцінити відтворюваність дослідів за наслідками

Методичні рекомендації до виконання роботи

1. Отримати вихідні дані згідно з варіантом. Подати у табл. 5.1.

Таблиця 5.1. – Реакція системи на зовнішній вплив

Номер серії досвіду	Результати паралельних дослідів					$\overline{y_j}$	S_j^2
1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	.....	Y_{1k}	$\overline{y_1}$	S_1^2
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	.....	Y_{2k}	$\overline{y_2}$	S_2^2
3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	.....	Y_{3k}	$\overline{y_3}$	S_3^2
J	Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	.....	Y_{jk}	$\overline{y_j}$	S_j^2
n	Y_{n1}	Y_{n2}	Y_{n3}	.....	Y_{nk}	$\overline{y_n}$	S_n^2

Для прикладу наведені розрахунки згідно з табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Результати дослідів.

Номер серії досвіду	Результати вимірювань реакції системи на зовнішню дію				$\overline{y_j}$	S_j^2
	Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	Y_{j4}		
1	49,2	48,8	57,0	52,0	51,75	15,29
2	49,0	51,2	54,0	54,6	52,2	18,8
3	48,2	52,6	52,0	50,0	50,7	3,67
4	54,4	52,0	50,7	48,6	51,43	5,9
5	48,4	48,3	52,3	51,6	50,15	4,39

2. Для кожної серії паралельних дослідів обчислити середнє арифметичне значення реакції системи за формулою

$$\overline{y_j} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k y_{ji}, (j = 1, 2, \dots, n), \quad (5.1)$$

де k - число паралельних дослідів, проведених за однакових умов:

$$\overline{y_1} = \frac{49,2 + 48,8 + 57 + 52}{4} = 51,75$$

Аналогічно провести розрахунки для інших значень y . Результати розрахунків подати у табл. 5.2.

3. Обчислити оцінку дисперсії для кожної серії паралельних дослідів по формулою

$$S_j^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (y_{ji} - \overline{y_j})^2, \quad (5.2)$$

$$S_1^2 = \frac{(49,2 - 51,75)^2 + (48,8 - 51,75)^2 + (57 - 51,75)^2 + (52 - 51,75)^2}{4-1} = 15,29.$$

Аналогічно провести розрахунки для інших значень y . Результати розрахунків подати у табл. 5.2.

4. Знайти суму оцінки дисперсії за формулою

$$A = \sum_{j=1}^n S_j^2, \quad (5.3)$$

$$A = 15,29 + 18,8 + 3,67 + 5,9 + 4,39 = 48,05.$$

5. З найдених оцінок вибрати максимальне значення дисперсії, $\max S_j^2$.

6. Визначити розрахункове значення критерію Кохрена за формулою

$$G_p = \frac{\max S_j^2}{A}, \quad (5.4)$$

$$G_p = \frac{18,8}{48,05} = 0,39.$$

7. Визначити число ступенів свободи за формулою:

$$f = k - 1, \quad (5.5)$$

$$f = 4 - 1 = 3.$$

8. Користуючись загальною кількістю оцінок дисперсій n і числом ступенів свободи f за табл. 5.3 визначити табличне значення Кохрена G_m , при рівні значущості $P=0,95$. У даному випадку при $n=5, f=4$ $G_m=0,544$.

При $G_p = G_m$ досліді вважаються відтворюваними.

При $G_p > G_m$ - досліді невідтворювані.

Оскільки в нашому випадку $G_m > G_p$, то досліді можна вважати відтворюваними.

Таблиця 5.3 - Значення критерію Кохрена.

n	Число ступенів свободи f							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0,999	0,975	0,939	0,906	0,877	0,853	0,833	0,816
3	0,967	0,871	0,798	0,746	0,707	0,677	0,653	0,633
4	0,907	0,768	0,684	0,629	0,590	0,560	0,637	0,518
5	0,841	0,684	0,598	0,544	0,507	0,478	0,456	0,439
6	0,781	0,616	0,532	0,480	0,445	0,418	0,398	0,382
7	0,727	0,561	0,480	0,431	0,397	0,373	0,354	0,338
8	0,680	0,516	0,438	0,391	0,360	0,336	0,319	0,304
9	0,639	0,478	0,403	0,358	0,329	0,307	0,290	0,277
10	0,602	0,445	0,373	0,331	0,303	0,282	0,267	0,254

8. Порівняти розрахункове і табличне значення критерію Кохрена. Зробити висновки.

Рекомендована література

1. Основы научных исследований: Учебник для техн.. вузов / В.И. Крутов, И. М. Грушко, В.В. Попов и др.; Под ред.. В.И. Крутоват, В.В. Попова. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.
2. Основы научных исследований. Сидоренко В.М., Грушко И.М. Х: «Вища школа», 1977. - 200 с.
3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы научных исследований» (Раздел «Планирование эксперимента»). / Э.В. Гаврилов, В.М. Кисляков. Х.: ХАДИ, 1991. – 44 с.
4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы научных исследований» (Раздел «Обработка экспериментальных данных»). / Э.В. Гаврилов, В.М. Кисляков, Е.И. Скорина. - Х.: ХАДИ, 1988. – 54 с.
5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы научных исследований» (Раздел «Регрессионный и системный анализ»). / Э.В. Гаврилов, В.М. Кисляков, Е.И. Скорина. - Х.: ХАДИ, 1988. – 60 с.

ДОДАТОК А
Варіанти завдання для самостійного рішення.

Завдання 1.

Відсіювання чинників за наслідками попереднього експерименту

Чинники, що впливають на фактичну швидкість руху одиночного автомобіля на кривій у плані

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 1</i>	
Модель автомобіля	X ₁
Радіус кривої у плані	X ₂
Крутизна поперечного ухилу проїжджої частини на віражі	X ₃
Слизькість покриття проїжджої частини	X ₄
<i>Варіант 2</i>	
Безпека руху	X ₁
Рівність покриття проїжджої частини	X ₂
Потужність двигуна автомобіля	X ₃
Зручність руху	X ₄

Чинники, що впливають на фактичну швидкість руху одиночного автомобіля на прямій ділянці дороги

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 3</i>	
Ширина проїжджої частини	X ₁
Безпека руху	X ₂
Погодні умови	X ₃
Модель автомобіля	X ₄
<i>Варіант 4</i>	
Протяжність маршруту	X ₁
Витрата пального	X ₂
Ступінь завантаження автомобіля	X ₃
Час доби	X ₄
<i>Варіант 5</i>	
Тривалість роботи водія	X ₁
Тип покриття	X ₂
Модель автомобіля	X ₃
Обслуговування на дорозі	X ₄

Чинники, що впливають на фактичну довжину гальмівного шляху

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 6</i>	
Швидкість руху	X ₁
Подовжній ухил дороги	X ₂
Стан покриття	X ₃
Тип покриття	X ₄

<i>Варіант 7</i>	
Кваліфікація водія	X ₁
Стан гальмівної системи	X ₂
Характер вантажу, що перевозиться	X ₃
Безпека руху	X ₄

Чинники, що впливають на фактичну швидкість руху автомобіля в потоці

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 8</i>	
Склад автомобільного потоку	X ₁
Ширина проїжджої частини	X ₂
Схема організації дорожнього руху	X ₃
Обслуговування на дорозі	X ₄
<i>Варіант 9</i>	
Модель автомобіля	X ₁
Інтенсивність руху на смузі	X ₂
Інтенсивність руху на дорозі	X ₃
Погодні умови	X ₄
<i>Варіант 10</i>	
Безпека руху	X ₁
Витрата пального	X ₂
Технічний стан автомобіля	X ₃
Звивистість траси дороги в плані	X ₄
<i>Варіант 11</i>	
Тривалість ділянки дороги в населеному пункті	X ₁
Безпека руху	X ₂
Наявність тротуарів уздовж забудови	X ₃
Інтенсивність дорожнього руху	X ₄
<i>Варіант 12</i>	
Інтенсивність руху на смузі	X ₁
Подовжній ухил ділянки дороги	X ₂
Радіус дорожнього закруглення	X ₃
Довжина прямої ділянки дороги	X ₄

<i>Варіант 13</i>	
Крутизна підйому	X ₁
Крутизна спуску	X ₂
Ширина проїжджої частини	X ₃
Щільність автомобільного потоку (число автомобілів на 1 км дороги)	X ₄

Чинники, що впливають на безпеку руху на вузлі доріг в одному рівні

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 14</i>	
Схема вузла	X ₁
Сумарна інтенсивність руху на вузлі	X ₂
Розташування вузла на трасі дороги	X ₃
Тип покриття на вузлі	X ₄
<i>Варіант 15</i>	
Інтенсивність руху на дорозі, що перетинається	X ₁
Число лівих поворотів	X ₂
Кут перетину доріг	X ₃
Тип покриття	X ₄

Чинники, що впливають на міцність дорожнього одягу

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 16</i>	
Погодно-кліматичні умови	X ₁
Інтенсивність руху	X ₂
Склад автомобільного потоку	X ₃
Товщина покриття	X ₄
<i>Варіант 17</i>	
Характеристики ґрунтової основи	X ₁
Вид зв'язуючого матеріалу	X ₂
Число смуг руху	X ₃
Технічна категорія дороги	X ₄

Чинники, що впливають на пропускну спроможність другорядної дороги на перетині її з головною в одному рівні

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 18</i>	
Інтенсивність руху на головній дорозі	X ₁
Склад руху на другорядній дорозі	X ₂
Щільність черги автомобілів на другорядній дорозі	X ₃
Схема перетину доріг	X ₄

Чинники, що впливають на тривалість простою автомобіля, що виїжджає на головну дорогу (перетин в одному рівні)

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 19</i>	
Інтенсивність руху на головній дорозі	X ₁
Вид маневру при в'їзді на головну дорогу	X ₂
Модель автомобіля	X ₃
Кваліфікація водія	X ₄
<i>Варіант 20</i>	
Схема вузла доріг в одному рівні	X ₁
Інтенсивність руху на головній дорозі	X ₂
Безпека руху	X ₃
Слизькість покриття на в'їзді	X ₄

Чинники, що впливають на безпеку пішоходів

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 21</i>	
Інтенсивність руху на дорозі	X ₁
Розташування пішохода	X ₂
Вік пішохода	X ₃
Час дня	X ₄
<i>Варіант 22</i>	
Наявність технічних засобів регулювання	X ₁
Видимість у зоні пішохода	X ₂
Ширина проїжджої частини	X ₃
Схема організації руху в зоні переходу	X ₄

Чинники, що впливають на фактичну швидкість руху автомобіля в потоці

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 23</i>	
Схема організації дорожнього руху	X ₁
Обслуговування на дорозі	X ₂
Склад автомобільного потоку	X ₃
Ширина проїжджої частини	X ₄

<i>Варіант 24</i>	
Погодні умови	X ₁
Інтенсивність руху на смузі	X ₂
Інтенсивність руху на дорозі	X ₃
Модель автомобіля	X ₄
<i>Варіант 25</i>	
Технічний стан автомобіля	X ₁
Витрата пального	X ₂
Безпека руху	X ₃
Звивистість траси дороги в плані	X ₄
<i>Варіант 26</i>	
Інтенсивність дорожнього руху	X ₁
Безпека руху	X ₂
Наявність тротуарів уздовж забудови	X ₃
Тривалість ділянки дороги в населеному пункті	X ₄
<i>Варіант 27</i>	
Довжина прямої ділянки дороги	X ₁
Інтенсивність руху на смузі	X ₂
Радіус дорожнього закруглення	X ₃
Подовжній ухил ділянки дороги	X ₄
<i>Варіант 28</i>	
Щільність автомобільного потоку (число автомобілів на 1 км дороги)	X ₁
Крутизна спуску	X ₂
Крутизна підйому	X ₃
Ширина проїжджої частини	X ₄

Чинники, що впливають на тривалість простою автомобіля, що виїжджає на головну дорогу (перетин в одному рівні)

Чинники	Позначення чинників
<i>Варіант 29</i>	
Модель автомобіля	X ₁
Вид маневру при в'їзді на головну дорогу	X ₂
Кваліфікація водія	X ₃
Інтенсивність руху на головній дорозі	X ₄
<i>Варіант 30</i>	
Слизькість покриття на в'їзді	X ₁
Схема вузла доріг в одному рівні	X ₂
Безпека руху	X ₃
Інтенсивність руху на головній дорозі	X ₄

ДОДАТОК Б
Варіанти завдання для самостійного вирішення.

Завдання 2
Побудова емпіричних рядів регресії

Варіант 1												
х - час гальмування, с у - довжина шляху, м												
x	5	4	7,2	6	2,2	3,5	9	6,5	6,2	8,5	5,7	7
y	50	54	68	65	44	40	67	62	56	58	52	55
x	4,4	3	2,2	4,2	8	7,8	7,5	5,2				
y	60	45	51	47	64	70	59	58				
Варіант 2												
х - час гальмування, с у - довжина шляху, м												
x	6,5	5,5	4,75	5,5	5	4,5	3,75	4,25	4	3	2,5	3
y	15	25	30	35	37,5	40	40	50	55	55	60	65
x	2,25	2	2,5	1,25	2,75	1	1	1				
y	65	72,5	75	80	85	90	95	100				
Варіант 3												
х - швидкість, м/с у - інтервал між автомобілями, с												
x	30	8,5	18	8,5	6	15,5	20	19,5	32,5	7	8,5	10
y	10,5	6,5	7,5	9	6	6	8,5	12	12,5	8	7	8
x	23	14	14	5	13	10	25,5	23	5,5	35	27	14,5
y	8,5	7	7	7	7	8	9,52	7	5	8,5	13,2	7
x	15	8										
y	7	5										
Варіант 4												
х - швидкість, м/с у - інтервал між автомобілями, с												
x	17	8,5	10,6	21,5	23,5	4,5	12	19	11,5	16,5	7	15,5
y	18	11,3	16,5	21	6	13	18	18	14,5	13,4	13,4	20,5
x	13,5	14	11,5	6,5	11,5	10	12	4	7,5	15	8	9
y	12,5	14	12	7	12,3	12	19	8	9	12,5	11,5	5
Варіант 5												
х - швидкість, м/с у - інтервал між автомобілями, с												
x	3,8	15	23,5	12	3	25,5	7	10	38,5	5	18,5	6,5
y	12,5	7	14	8,5	4	13,5	6	13	15,05	5,06	7	3
x	10	10	15	4,5	5,5	35,5	18,5	17	18,5	6,5	10	
y	13	7,5	9,5	3	5	15,07	7	11	12,5	12	7,5	
Варіант 6												

<div> <div>х - швидкість, м/с</div> <div>у - інтервал між автомобілями, с</div> </div>												
x	14,5	18	29,5	7	25	35	23	15,5	20	19,5	10	10
y	5	8	8,5	5,1	7,5	9	8	7	7,5	8	7	6,3
Варіант 7												
<div> <div>х - шлях гальмування, м</div> <div>у - прискорення гальмування, м/с²</div> </div>												
x	60	55	55	50	47,5	45	40	40	37,5	35	32,6	30
y	3	2,5	3,5	3,75	3	4	2,75	3,75	4	3,25	3,5	4,25
x	27,5	25	25	20	17,5	15	10	10				
y	4,5	3,5	5	4,5	4	4,75	4	5,9				
Варіант 8												
<div> <div>х - час гальмування, с</div> <div>у - шлях гальмування, м</div> </div>												
x	5	5	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3
y	2	3	2,5	3,5	2	3	4	4,5	5,5	6,5	4	5,5
x	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	1,5				
y	7	5	6	7	7,5	6,5	8,5	8				
Варіант 9												
<div> <div>х - швидкість, м/с</div> <div>у - інтервал між автомобілями, с</div> </div>												
x	1	1,5	2	3	3	4	4	4,5	5,5	5	5,5	6,5
y	1	1,5	1	1,5	2	1,5	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5
x	7	7,5	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5				
y	3	2	3	3,5	3	3,5	4	3,5				
Варіант 10												
<div> <div>х - час гальмування, с</div> <div>у - шлях, м</div> </div>												
x	3,5	3,5	4	5	4,5	5	5	5,5	6	6	6,5	7
y	30	35	40	35	50	45	60	55	45	65	55	55
x	7	7,5	8	8,5	8,5	8,5	9,5	8,5				
y	65	65	70	60	75	85	75	80				
Варіант 11												
<div> <div>х - час гальмування, с</div> <div>у - шлях гальмування, м</div> </div>												
x	31	9,5	19	9,5	7	16,5	21	20,5	33,5	8	9,5	11
y	10,5	6,5	7,52	9	6	6	8,5	12	12,52	8	7	8
x	24	15	15	6	14	11	26,52	24	6,5	36	28	
y	8,8	7	7	7	7	8	9,5	7	5	8,5	13,2	
Варіант 12												
<div> <div>х - шлях, м</div> <div>у - інтервал між автомобілями, с</div> </div>												
x	30	8,5	18	8,5	6	15,5	20	19,5	32,5	7	8,5	10
y	11,5	8,5	8,5	10	7	7	9,5	13	13,5	9	8	9

x	23	14	14	5	13	10	25,5	23	5,5	35	27	
y	9,5	8	8,2	8,6	9	9,2	9,5	8	6	9,5	14,2	
<i>Варіант 13</i>												
x - шлях, м y - інтервал між автомобілями, с												
x	31	8,5	19	8,5	7	15,5	21	19,5	33,8	7	9,5	23
y	13,5	9,5	10,5	12	9	9	11,5	15	15,5	11	10	11
x	15	14	6	13	11	25,5	24	23	6,5	5,5	36	
y	11,5	10	10,2	10,6	11	12,2	12,5	10	8	11,5	16,2	
<i>Варіант 14</i>												
x - шлях, м y - інтервал між автомобілями, с												
x	30	8,5	18	8,5	6	15,5	20	19,5	32,5	7	8,5	10
y	15,5	11,5	12,5	14	11	11	13,5	17	17,5	13	12	13
x	23	14	14	5	13	10	25,5	23	5,5	35	27	
y	13,5	12	12	12	12	13	14,5	12	10	13,5	18,2	
<i>Варіант 15</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	17	8,5	10,6	21,5	23,5	5,5	13	19	12,5	16,5	7,3	13,5
y	19	12,3	17,5	22,5	22	7	14	19	19	15,5	14,4	21,5
x	14	12,6	7,3	11,5	10	12,7	4	7,55	15	8	8,9	
y	15	13	8	13,3	13	20	9	10	13,5	12,5	6	
<i>Варіант 16</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	19	9,5	12,5	21,6	25,5	6,5	14	21	13,5	18,7	9	18,5
y	18	11,3	16,5	21,5	21	6	13	18	18	14,5	13,4	20,5
x	15,5	16	13,5	9,5	13,5	13	15	6	9,5	17	10	
y	12,5	14	12	7	12,3	12	19	8	9	12,5	11,5	
<i>Варіант 17</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	3,9	15	23,1	12	3	25,6	7	10	38,5	5,1	18,5	6,5
y	13	8	15	9,5	5	14,5	7	14	16,05	6,05	8	4
x	10,1	10	15	4,5	5,56	35,5	18,5	17	18,6	6,5	10	
y	14	8,5	10,5	4	6	16,07	8	12	12,6	13	8,3	
<i>Варіант 18</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	5	16	24,2	13	4,7	26,2	8	12,3	40,5	7,1	20,5	7,6
y	12,5	7	14	8,5	4	13,5	6	13	15,05	5,55	7	3
x	11,2	12	16	6,5	6,56	36,3	19,5	18	19,6	7,5	11	
y	13	7,5	9,51	3	5	15,07	7	11	12,46	12	7,6	

Варіант 19												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	6	17	25	14	5,7	27	9	13,2	42,5	8,2	21,6	8,6
y	14	9	16	10,5	6	15,5	8	15	17,1	7,3	8	5
x	12,2	13	17	7,5	8,7	37,2	21,4	19	20,6	8,62	12,7	
y	15	9,6	11,5	5	7	17,2	9	12,4	13,5	14	9,5	
Варіант 20												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	14,5	18	29,5	7	25	35	23	15,5	20	19,5	10	10
y	6	9	9,5	6,1	8,5	10	9	8	8,5	9	7	8,2
x	17	8,5	10,6	21,5	23,5	4,5	12	19	11,5	16,5	7	
y	10	7	8	9,6	10,1	5,3	7	10,3	8,7	12	7,4	
Варіант 21												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	15,5	18	30,5	8	26	36	23	16,5	21	20,5	11	18
y	6	9	9,5	6,2	9	10	9,3	8	8,5	9,1	7,4	8,2
x	8,5	11,6	22,5	24	5,5	13	20	12,5	16,5	8	7,3	
y	10	7	8	9,6	10,1	5,3	7	10,3	8,7	12	7,4	
Варіант 22												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	15,5	18	30,5	10	28	36	23	16,5	21	20,5	11	8,5
y	8	11	11,5	8,2	11	12	11,3	10	10,5	11,5	9,4	10,2
x	11,6	22,5	24	8,5	13	20	12,5	16,5	8	7,3	16	
y	12	9	10	11,6	12,1	7,3	9	12,3	9,7	14	9,4	
Варіант 23												
x - час гальмування, с y - шлях, м												
x	6	5	8,2	6	3,2	4,5	10	7,5	7,22	9,5	6,7	8
y	51	55	69	66	45	41	68	62	57	59	53	56
x	5,4	4	3,2	5,2	9	8,8	8,5	6,2				
y	61	46	52	48	65	71	60	59				
Варіант 24												
x - час гальмування, с y - шлях, м												
x	5	6	7,2	8	3,2	3,5	11	6,5	8,2	8,5	7,7	7
y	50	54	68	65	44	40	67	62	56	58	52	55
x	6,4	3	4,2	4,25	10	7,8	9,5	5,2				
y	60	45	51	47	64	70	59	58				
Варіант 25												

х - час гальмування, с у - шлях, м												
x	5	4	7,2	6	2,2	3,5	9	6,5	6,2	8,5	5,7	7
y	53	57	71	68	47	43	70	65	59	61	55	58
x	4,4	3	2,2	4,2	8	7,8	7,5	5,2				
y	63	48	54	50	67	73	62	61				
Варіант 26												
х - час гальмування, с у - шлях, м												
x	7,5	6,5	5,75	6,5	6	5,5	4,75	5,25	5	4	3,5	4
y	15	25	30	35	37,5	40	40	50	55	55	60	65
x	3,25	3	3,5	2,25	3,75	3						
y	65	72,5	75	80	85	90						
Варіант 27												
х - час гальмування, с у - шлях, м												
x	6,5	5,5	4,25	5,5	5	4,5	3,75	4,25	4	3	2,5	2
y	10	20	25	30	32,5	35	35	45	50	50	55	60
x	2,25	2	2,5	1,25	2,75							
y	60	67,5	70	75	80							
Варіант 28												
х - час гальмування, с у - шлях, м												
x	9,5	8,5	7,75	8,5	8	7,5	6,75	7,25	7	6	5,5	6
y	18	28	33	38	40,5	43	43	53	58	58	63	68
x	5,25	5	5,5	4,25	5,75	5	4	4				
y	68	7,5	78	83	88	93	98	103				
Варіант 29												
х - час гальмування, с у - шлях, м												
x	3	2,5	3,5	3,75	3	4	2,75	3,75	4	3,25	3,5	4,25
y	60	55	55	50	47,5	45	40	40	37,5	35	32,5	30
x	4,5	3,5	5	4,5	4	4,75	4	5				
y	27,5	25	25	20	17,5	15	10	10				
Варіант 30												
х - час гальмування, с у - шлях, м												
x	4	3,5	4,5	4,75	4	5	3,75	4,75	5,1	4,25	4,5	5,25
y	60	55	56	51	47,5	45	41	42	37,5	36	33,5	30
x	5,5	4,5	6	5,5	5	5,75	5	6				
y	28	26	25	20	17,6	16	11	10				

ДОДАТОК В
Варіанти завдання для самостійного рішення.

Завдання 3.
Рівняння і коефіцієнти регресії

Варіант 1												
x - час гальмування, с												
y - довжина шляху, м												
x	5	4	7,2	6	2,2	3,5	9	6,5	6,2	8,5	5,7	7
y	50	54	68	65	44	40	67	62	56	58	52	55
x	4,4	3	2,2	4,2	8	7,8	7,5	5,2				
y	60	45	51	47	64	70	59	58				
Варіант 2												
x - час гальмування, с												
y - довжина шляху, м												
x	6,5	5,5	4,75	5,5	5	4,5	3,75	4,25	4	3	2,5	3
y	15	25	30	35	37,5	40	40	50	55	55	60	65
x	2,25	2	2,5	1,25	2,75	1	1	1				
y	65	72,5	75	80	85	90	95	100				
Варіант 3												
x - швидкість, м/с												
y - інтервал між автомобілями, с												
x	30	8,5	18	8,5	6	15,5	20	19,5	32,5	7	8,5	10
y	10,5	6,5	7,5	9	6	6	8,5	12	12,5	8	7	8
x	23	14	14	5	13	10	25,5	23	5,5	35	27	14,5
y	8,5	7	7	7	7	8	9,52	7	5	8,5	13,2	7
x	15	8										
y	7	5										
Варіант 4												
x - швидкість, м/с												
y - інтервал між автомобілями, с												
x	17	8,5	10,6	21,5	23,5	4,5	12	19	11,5	16,5	7	15,5
y	18	11,3	16,5	21	6	13	18	18	14,5	13,4	13,4	20,5
x	13,5	14	11,5	6,5	11,5	10	12	4	7,5	15	8	9
y	12,5	14	12	7	12,3	12	19	8	9	12,5	11,5	5
Варіант 5												
x - швидкість, м/с												
y - інтервал між автомобілями, с												
x	3,8	15	23,5	12	3	25,5	7	10	38,5	5	18,5	6,5
y	12,5	7	14	8,5	4	13,5	6	13	15,05	5,06	7	3
x	10	10	15	4,5	5,5	35,5	18,5	17	18,5	6,5	10	
y	13	7,5	9,5	3	5	15,07	7	11	12,5	12	7,5	
Варіант 6												

х - швидкість, м/с												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	14,5	18	29,5	7	25	35	23	15,5	20	19,5	10	10
у	5	8	8,5	5,1	7,5	9	8	7	7,5	8	7	6,3
Варіант 7												
х - шлях гальмування, м												
у - прискорення гальмування, м/с ²												
х	60	55	55	50	47,5	45	40	40	37,5	35	32,6	30
у	3	2,5	3,5	3,75	3	4	2,75	3,75	4	3,25	3,5	4,25
х	27,5	25	25	20	17,5	15	10	10				
у	4,5	3,5	5	4,5	4	4,75	4	5,9				
Варіант 8												
х - час гальмування, с												
у - шлях гальмування, м												
х	5	5	4,5	4,5	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3
у	2	3	2,5	3,5	2	3	4	4,5	5,5	6,5	4	5,5
х	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	1,5				
у	7	5	6	7	7,5	6,5	8,5	8				
Варіант 9												
х - швидкість, м/с												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	1	1,5	2	3	3	4	4	4,5	5,5	5	5,5	6,5
у	1	1,5	1	1,5	2	1,5	2,5	2	1,5	2,5	2	2,5
х	7	7,5	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5				
у	3	2	3	3,5	3	3,5	4	3,5				
Варіант 10												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	3,5	3,5	4	5	4,5	5	5	5,5	6	6	6,5	7
у	30	35	40	35	50	45	60	55	45	65	55	55
х	7	7,5	8	8,5	8,5	8,5	9,5	8,5				
у	65	65	70	60	75	85	75	80				
Варіант 11												
х - час гальмування, с												
у - шлях гальмування, м												
х	31	9,5	19	9,5	7	16,5	21	20,5	33,5	8	9,5	11
у	10,5	6,5	7,52	9	6	6	8,5	12	12,52	8	7	8
х	24	15	15	6	14	11	26,52	24	6,5	36	28	
у	8,8	7	7	7	7	8	9,5	7	5	8,5	13,2	
Варіант 12												
х - шлях, м												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	30	8,5	18	8,5	6	15,5	20	19,5	32,5	7	8,5	10
у	11,5	8,5	8,5	10	7	7	9,5	13	13,5	9	8	9

x	23	14	14	5	13	10	25,5	23	5,5	35	27	
y	9,5	8	8,2	8,6	9	9,2	9,5	8	6	9,5	14,2	
<i>Варіант 13</i>												
x - шлях, м y - інтервал між автомобілями, с												
x	31	8,5	19	8,5	7	15,5	21	19,5	33,8	7	9,5	23
y	13,5	9,5	10,5	12	9	9	11,5	15	15,5	11	10	11
x	15	14	6	13	11	25,5	24	23	6,5	5,5	36	
y	11,5	10	10,2	10,6	11	12,2	12,5	10	8	11,5	16,2	
<i>Варіант 14</i>												
x - шлях, м y - інтервал між автомобілями, с												
x	30	8,5	18	8,5	6	15,5	20	19,5	32,5	7	8,5	10
y	15,5	11,5	12,5	14	11	11	13,5	17	17,5	13	12	13
x	23	14	14	5	13	10	25,5	23	5,5	35	27	
y	13,5	12	12	12	12	13	14,5	12	10	13,5	18,2	
<i>Варіант 15</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	17	8,5	10,6	21,5	23,5	5,5	13	19	12,5	16,5	7,3	13,5
y	19	12,3	17,5	22,5	22	7	14	19	19	15,5	14,4	21,5
x	14	12,6	7,3	11,5	10	12,7	4	7,55	15	8	8,9	
y	15	13	8	13,3	13	20	9	10	13,5	12,5	6	
<i>Варіант 16</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	19	9,5	12,5	21,6	25,5	6,5	14	21	13,5	18,7	9	18,5
y	18	11,3	16,5	21,5	21	6	13	18	18	14,5	13,4	20,5
x	15,5	16	13,5	9,5	13,5	13	15	6	9,5	17	10	
y	12,5	14	12	7	12,3	12	19	8	9	12,5	11,5	
<i>Варіант 17</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	3,9	15	23,1	12	3	25,6	7	10	38,5	5,1	18,5	6,5
y	13	8	15	9,5	5	14,5	7	14	16,05	6,05	8	4
x	10,1	10	15	4,5	5,56	35,5	18,5	17	18,6	6,5	10	
y	14	8,5	10,5	4	6	16,07	8	12	12,6	13	8,3	
<i>Варіант 18</i>												
x - швидкість, м/с y - інтервал між автомобілями, с												
x	5	16	24,2	13	4,7	26,2	8	12,3	40,5	7,1	20,5	7,6
y	12,5	7	14	8,5	4	13,5	6	13	15,05	5,55	7	3
x	11,2	12	16	6,5	6,56	36,3	19,5	18	19,6	7,5	11	
y	13	7,5	9,51	3	5	15,07	7	11	12,46	12	7,6	

<i>Варіант 19</i>												
х - швидкість, м/с												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	6	17	25	14	5,7	27	9	13,2	42,5	8,2	21,6	8,6
у	14	9	16	10,5	6	15,5	8	15	17,1	7,3	8	5
х	12,2	13	17	7,5	8,7	37,2	21,4	19	20,6	8,62	12,7	
у	15	9,6	11,5	5	7	17,2	9	12,4	13,5	14	9,5	
<i>Варіант 20</i>												
х - швидкість, м/с												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	14,5	18	29,5	7	25	35	23	15,5	20	19,5	10	10
у	6	9	9,5	6,1	8,5	10	9	8	8,5	9	7	8,2
х	17	8,5	10,6	21,5	23,5	4,5	12	19	11,5	16,5	7	
у	10	7	8	9,6	10,1	5,3	7	10,3	8,7	12	7,4	
<i>Варіант 21</i>												
х - швидкість, м/с												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	15,5	18	30,5	8	26	36	23	16,5	21	20,5	11	18
у	6	9	9,5	6,2	9	10	9,3	8	8,5	9,1	7,4	8,2
х	8,5	11,6	22,5	24	5,5	13	20	12,5	16,5	8	7,3	
у	10	7	8	9,6	10,1	5,3	7	10,3	8,7	12	7,4	
<i>Варіант 22</i>												
х - швидкість, м/с												
у - інтервал між автомобілями, с												
х	15,5	18	30,5	10	28	36	23	16,5	21	20,5	11	8,5
у	8	11	11,5	8,2	11	12	11,3	10	10,5	11,5	9,4	10,2
х	11,6	22,5	24	8,5	13	20	12,5	16,5	8	7,3	16	
у	12	9	10	11,6	12,1	7,3	9	12,3	9,7	14	9,4	
<i>Варіант 23</i>												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	6	5	8,2	6	3,2	4,5	10	7,5	7,22	9,5	6,7	8
у	51	55	69	66	45	41	68	62	57	59	53	56
х	5,4	4	3,2	5,2	9	8,8	8,5	6,2				
у	61	46	52	48	65	71	60	59				
<i>Варіант 24</i>												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	5	6	7,2	8	3,2	3,5	11	6,5	8,2	8,5	7,7	7
у	50	54	68	65	44	40	67	62	56	58	52	55
х	6,4	3	4,2	4,25	10	7,8	9,5	5,2				
у	60	45	51	47	64	70	59	58				
<i>Варіант 25</i>												

х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	5	4	7,2	6	2,2	3,5	9	6,5	6,2	8,5	5,7	7
у	53	57	71	68	47	43	70	65	59	61	55	58
х	4,4	3	2,2	4,2	8	7,8	7,5	5,2				
у	63	48	54	50	67	73	62	61				
Варіант 26												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	7,5	6,5	5,75	6,5	6	5,5	4,75	5,25	5	4	3,5	4
у	15	25	30	35	37,5	40	40	50	55	55	60	65
х	3,25	3	3,5	2,25	3,75	3						
у	65	72,5	75	80	85	90						
Варіант 27												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	6,5	5,5	4,25	5,5	5	4,5	3,75	4,25	4	3	2,5	2
у	10	20	25	30	32,5	35	35	45	50	50	55	60
х	2,25	2	2,5	1,25	2,75							
у	60	67,5	70	75	80							
Варіант 28												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	9,5	8,5	7,75	8,5	8	7,5	6,75	7,25	7	6	5,5	6
у	18	28	33	38	40,5	43	43	53	58	58	63	68
х	5,25	5	5,5	4,25	5,75	5	4	4				
у	68	7,5	78	83	88	93	98	103				
Варіант 29												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	3	2,5	3,5	3,75	3	4	2,75	3,75	4	3,25	3,5	4,25
у	60	55	55	50	47,5	45	40	40	37,5	35	32,5	30
х	4,5	3,5	5	4,5	4	4,75	4	5				
у	27,5	25	25	20	17,5	15	10	10				
Варіант 30												
х - час гальмування, с												
у - шлях, м												
х	4	3,5	4,5	4,75	4	5	3,75	4,75	5,1	4,25	4,5	5,25
у	60	55	56	51	47,5	45	41	42	37,5	36	33,5	30
х	5,5	4,5	6	5,5	5	5,75	5	6				
у	28	26	25	20	17,6	16	11	10				

ДОДАТОК Г
Варіанти завдання для самостійного виконання

Завдання 4.
Кореляційне відношення

<i>Варіант 1</i>												
<i>x</i>	3,3	3,1	2,4	3,1	2,6	2,4	3,4	3,4	3,4	2,9	3,2	
<i>y</i>	7,5	5,7	5,5	6,8	6,1	6,2	5,0	6,3	5,5	6,7	5,3	
<i>Варіант 2</i>												
<i>x</i>	6,5	6,8	6,7	6,7	6,4	4,8	6,2	6,2	4,8	5,7	5,2	
<i>y</i>	6,8	6,3	5,5	6,1	5,3	5,2	5,4	5,7	5	5,1	5,4	
<i>Варіант 3</i>												
<i>x</i>	65	65	31,5	32	28,5	24	31	33	32	32,5	26	
<i>y</i>	0,6	0,55	0,54	0,53	0,5	0,5	0,54	0,75	0,68	0,56	0,53	
<i>Варіант 4</i>												
<i>x</i>	66	62	64	65	65	67	67	57	52	66	48	62
<i>y</i>	7,5	5,7	5,75	6,8	5,7	5,45	6,01	6,7	6,35	7,5	5,02	5,71
<i>x</i>	64	65	66									
<i>y</i>	5,35	6,92	7,54									
<i>Варіант 5</i>												
<i>x</i>	6,6	5,2	5,7	6,2	4,8	6,2	4,8	6,4	6,7	6,7	6,5	
<i>y</i>	0,75	0,54	0,67	0,51	0,57	0,5	0,52	0,53	0,61	0,55	0,68	
<i>Варіант 6</i>												
<i>x</i>	65	68	67	67	64	62	48	62	57	59	57	52
<i>y</i>	0,68	0,63	0,55	0,61	0,54	0,54	0,52	0,57	0,51	0,68	0,51	0,54
<i>x</i>	66	66	64	67								
<i>y</i>	0,75	0,75	0,53	0,67								
<i>Варіант 7</i>												
<i>x</i>	33	31	31	34	34	29	32	24	26	24	28	32
<i>y</i>	75	57	55	63	56	68	55	51	63	50	64	68
<i>x</i>	24	26	33	32	34	26	24	28				
<i>y</i>	48	65	78	71	66	66	54	62				
<i>Варіант 8</i>												
<i>x</i>	4,3	4,1	3,4	4,1	3,6	3,4	4,4	4,4	4,4	3,9	4,2	
<i>y</i>	8,5	6,7	6,5	7,8	7,1	7,2	6	7,3	6,5	7,7	6,3	
<i>Варіант 9</i>												
<i>x</i>	67	67	33,5	34	30,5	26	33	35	34	34,5	28	
<i>y</i>	0,55	0,5	0,49	0,48	0,45	0,45	0,49	0,7	0,63	0,51	0,48	
<i>Варіант 10</i>												
<i>x</i>	64	60	62	63	63	65	65	55	50	64	46	60
<i>y</i>	7	5,2	5,25	6,3	5,2	4,95	5,51	6,2	5,85	7	4,52	5,21
<i>x</i>	62	63	64									
<i>y</i>	4,85	6,42	7,04									
<i>Варіант 11</i>												
<i>x</i>	68	64	66	67	67	69	69	59	54	68	50	64
<i>y</i>	9	7,2	7,25	8,3	7,2	6,95	7,51	8,2	7,85	9	6,52	7,21
<i>x</i>	66	67	68									
<i>y</i>	6,85	8,42	9,04									
<i>Варіант 12</i>												

x	11,6	10,2	10,7	11,2	9,8	11,2	9,8	11,4	11,7	11,7	11,5	
y	2,75	2,54	2,67	2,51	2,57	2,5	2,52	2,53	2,61	2,55	2,68	
<i>Варіант 13</i>												
x	13,6	12,2	12,7	13,2	11,8	13,2	11,8	13,4	13,7	13,7	13,5	
y	0,73	0,52	0,65	0,49	0,55	0,48	0,5	0,51	0,59	0,53	0,66	
<i>Варіант 14</i>												
x	14,6	13,2	13,7	14,2	12,8	14,2	12,8	14,4	14,7	14,7	14,5	
y	5,95	5,74	5,87	5,71	5,77	5,7	5,72	5,73	5,81	5,75	5,88	
<i>Варіант 15</i>												
x	62,5	65,5	64,5	64,5	61,5	59,5	45,5	59,5	54,5	56,5	54,5	49,5
y	0,83	0,78	0,7	0,76	0,69	0,69	0,67	0,72	0,66	0,83	0,66	0,69
x	63,5	63,5	61,5	64,5								
y	0,9	0,9	0,68	0,82								
<i>Варіант 16</i>												
x	60	63	62	62	59	57	43	57	52	54	52	47
y	0,53	0,48	0,4	0,46	0,39	0,39	0,37	0,42	0,36	0,53	0,36	0,39
x	61	61	59	62								
y	0,6	0,6	0,38	0,52								
<i>Варіант 17</i>												
x	53	56	55	55	52	50	36	50	45	47	45	40
y	3,38	3,33	3,25	3,31	3,24	3,24	3,22	3,27	3,21	3,38	3,21	3,24
x	54	54	52	55								
y	3,45	3,45	3,23	3,37								
<i>Варіант 18</i>												
x	44	47	46	46	43	41	27	41	36	38	36	31
y	3,98	3,93	3,85	3,91	3,84	3,84	3,82	3,87	3,81	3,98	3,81	3,84
<i>Варіант 19</i>												
x	82	85	84	84	81	79	65	79	74	76	74	69
y	0,38	0,33	0,25	0,31	0,24	0,24	0,22	0,27	0,21	0,38	0,21	0,24
<i>Варіант 20</i>												
x	58	61	60	60	57	55	41	55	50	52	50	45
y	0,98	0,93	0,85	0,91	0,84	0,84	0,82	0,87	0,81	0,98	0,81	0,84
<i>Варіант 21</i>												
x	50	53	52	52	49	47	33	47	42	44	42	37
y	3,25	3,2	3,12	3,18	3,11	3,11	3,09	3,14	3,08	3,25	3,08	3,11
<i>Варіант 22</i>												
x	64	67	66	66	63	61	47	61	56	58	56	51
y	3,27	3,22	3,14	3,2	3,13	3,13	3,11	3,16	3,1	3,27	3,1	3,13
<i>Варіант 23</i>												
x	47	50	49	49	46	44	30	44	39	41	39	34
y	2,27	2,22	2,14	2,2	2,13	2,13	2,11	2,16	2,1	2,27	2,1	2,13
<i>Варіант 24</i>												
x	54	57	56	56	53	51	37	51	46	48	46	41
y	1,27	1,22	1,14	1,2	1,13	1,13	1,11	1,16	1,1	1,27	1,1	1,13
<i>Варіант 25</i>												
x	73	76	75	75	72	70	56	70	65	67	65	60
y	0,59	0,54	0,46	0,52	0,45	0,45	0,43	0,48	0,42	0,59	0,42	0,45
<i>Варіант 26</i>												
x	38	41	40	40	37	35	21	35	30	32	30	25
y	6,64	6,59	6,51	6,57	6,5	6,5	6,48	6,53	6,47	6,64	6,47	6,5

<i>Варіант 27</i>												
x	47	50	49	49	46	44	30	44	39	41	39	34
y	4,64	4,59	4,51	4,57	4,5	4,5	4,48	4,53	4,47	4,64	4,47	4,5
<i>Варіант 28</i>												
x	55	58	57	57	54	52	38	52	47	49	47	42
y	1,09	1,04	0,96	1,02	0,95	0,95	0,93	0,98	0,92	1,09	0,92	0,95
x	56	56	54	57								
y	1,16	1,16	0,94	1,08								
<i>Варіант 29</i>												
x	56,5	59,5	58,5	58,5	55,5	53,5	39,5	53,5	48,5	50,5	48,5	43,5
y	0,59	0,54	0,46	0,52	0,45	0,45	0,43	0,48	0,42	0,59	0,42	0,45
x	57,5	57,5	55,5	58,5								
y	0,66	0,66	0,44	0,58								
<i>Варіант 30</i>												
x	57,55	60,55	59,55	59,55	56,55	54,55	40,55	54,55	49,55	51,55	49,55	44,55
y	0,69	0,64	0,56	0,62	0,55	0,55	0,53	0,58	0,52	0,69	0,52	0,55
x	58,55	58,55	56,55	59,55								
y	0,76	0,76	0,54	0,68								

ДОДАТОК Д
Варіанти завдання для самостійного виконання

Завдання 5.
Перевірка відтворюваності дослідів

Варіант	Серія дослідів	Результати випробування на міцність при стисненні, МПа				
		Y_{j1}	Y_{j2}	Y_{j3}	Y_{j4}	Y_{j5}
1	1	6,4	5,6	6,7	7	
	2	5	4,8	4,9	6,8	
	3	13,1	14,2	13,2	11,2	
	4	17,2	18,2	18,6	17	
	5	7,8	6,0	10	8	
2	1	49,2	48,8	57	52	
	2	49	51,2	54	54,6	
	3	48,2	52,6	52	50	
	4	54,4	52	50,7	48,6	
	5	48,4	48,3	52,3	51,6	
3	1	26,8	29	30	29,2	24,2
	2	27,6	29,2	28,8	27	27,2
	3	26,2	27,4	29,6	28	28,4
	4	29,4	28,9	28,1	26,3	27,8
4	1	45,6	46,4	45		
	2	55,2	48,4	44,6		
	3	45,0	42,4	47,2		
	4	44,2	44	40,4		
	5	48	44,8	48,3		
	6	41,4	46,3	44,4		
	7	45,6	48,4	46,8		
5	1	35	35	32	31,2	34,4
	2	30	32,9	33,5	30	36,6
	3	31,8	32,7	32,5	30,9	34,7
	4	32,4	34,8	33,2	33,6	33,6
	5	36	34,4	34,8	35,2	34,7
	6	30,7	34	32,7	33,2	33
6	1	38,4	38,8	35,2	39	38,2
	2	37,7	36,7	37,2	37,1	38,4
	3	38	37,8	37,7	36,6	38
7	1	75	68,2	72,2	69,2	
	2	76,8	71,2	72,1	74,4	
	3	78,8	77,4	71,2	79,8	
	4	74,5	78	76,8	78,5	
8	1	57,2	63,2	58,6	56,8	
	2	58,4	54	55,6	54,4	
	3	58,8	54,5	58,4	51	
	4	58,3	57,2	54,4	58,6	
	5	59	60	60	59,2	
9	1	85,8	78,8	88	83,2	
	2	80,2	81,7	79,8	84,4	
	3	82,4	81,2	80	81,2	

	4	81,4	80	80,7	79,3	
10	1	19,2	24,3	21,4	21,6	
	2	21,6	22	23,2	22,2	
	3	21,8	21,6	25,6	22,7	
	4	23,8	23,2	22,6	23,6	
11	1	63	63,6	62,6		
	2	61,4	59,7	62		
	3	61	63	60,4		
12	1	57,2	57,8	57,3	57,4	
	2	58,5	59,2	59	58,9	
	3	59,5	58,4	57,2	56,8	
	4	58,5	58,2	57,8	60	
13	1	63,7	64,7	64,3	62,7	62
	2	62,7	63	62,5	62,2	63,4
	3	62,5	63	59,8	61,4	62,6
	4	62,6	64	63,9	63,5	64,2
14	1	60,6	60,2	61,3	60,5	61
	2	60,4	59,3	61,2	60,4	61,5
	3	60	60,5	62,2	61,3	61
	4	62,9	62,5	61,7	62,3	60,6
15	1	88	85	93,2	93,6	88,4
	2	84,8	85,2	87,2	92,8	95,2
	3	93,6	92,2	91,6	83,2	84,4
	4	82,4	86,4	84,8	85,4	87,2
16	1	72	70	71,6	72	76
	2	77,2	78	73,6	77,2	81,87
	3	73,6	71,6	76,4	78	78,1
	4	76	78,4	76,4	78,5	78,8
17	1	28	28,4	29,2		
	2	29,6	28,8	23,9		
	3	28,6	29,6	24,7		
	4	27,3	38,2	29		
	5	26,9	27	28,9		
18	1	60,8	73,8	74,5	63,5	
	2	66,7	67,5	62	67,3	
	3	70,25	68	63,3	65	
19	1	43,8	56,3	49,3		
	2	55	44,8	49		
	3	47,5	50	48,8		
	4	47,9	50,4	49,3		
20	1	38	30	32,1	37,5	
	2	35,5	35,8	36,6	35,3	
	3	35	30	31,2	33,1	
	4	37,5	32,5	37,32	30,9	
21	1	52,5	56,3	54,1	50	
	2	55	53,8	58,3	54,5	
	3	57,7	50,9	50,2	53,3	
	4	50	57,5	53,4	563,	
22	1	85	89,3	92,3	88	
	2	83	85,3	90,8	88,8	

	3	82,5	84,9	89,1	80,4	
	4					
23	1	78,8	83,8	77,4	74,8	
	2	77,5	72,3	73,2	71	
	3	70,3	71,5	76,5	78,6	
	4	76	75,8	73,5	74	
24	1	48,8	42,5	43,8	48,3	
	2	47,5	47,8	48,6	48,1	
	3	45,2	47,4	46,3	47,3	
	4	45,5	46,3	44,9	45,1	
25	1	69,9	67,3	71		
	2	70,4	72,2	69,9		
	3	71	67,8	69,9		
	4	68,5	72,3	71,3		

Оцінити відтворюваність дослідів за наслідками випробувань на міцність при стисненні супіщаного ґрунту

Варіант	Серія дослідів	Результати випробувань на міцність при розтягуванні, 10^{-1} МПа		
		Y_{i1}	Y_{i2}	Y_{i3}
26	1	5,6	4,9	4,2
	2	2,8	2,8	2,8
	3	4,2	4,2	4,9
	4	2,7	2,7	2,7
	5	6,3	6,9	4,9
	6	2,3	2,4	2,3
	7	5,6	5,6	3,5
	8	2,3	2,7	2,7
	9	3,5	4,9	5,6

Оцінити відтворюваність дослідів за наслідками вимірювань витрати палива автомобілем ЗІЛ-130

Варіант	Серія дослідів	Результати вимірювань витрати палива, л/100 км				
		Y_{i1}	Y_{i2}	Y_{i3}	Y_{i4}	Y_{i5}
27	1	40	40,7	39		
	2	53	52,5	53,5		
	3	58,5	59	57,6		
	4	67,6	67	68,2		
	5	52,1	52,8	51,9		
	6	60,7	60,5	61,2		
28	1	63	64	63,5		
	2	71,2	70,7	71,8		
	3	72,4	71,8	73		
	4	43,1	43,8	42,1		
	5	57,8	57,3	58,3		
29	1	35	27	28	36	37
	2	39	40	28	36	35
	3	32	34	33	33	35
	4	30	3,1	34	28	30
30	1	27	26	28	27	
	2	30	25	27	29	
	3	25	24	28	28	

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до контрольної роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» для студентів заочної форми навчання напрямку підготовки 1004 (6.070101) – «Транспортні технології»

Укладач: Дмитро Миколайович Рославцев

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2009 , поз. 570 М

Підп. до друку 02.07.09	Формат 60x84 1 /16	Папір офісний
Друк на ризографії.	Умовн.-друк. арк. 1,7	Обл.-вид. арк. 2,0
Тираж 50 прим.	Замовл №_____	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, вул. Революції, 12